

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2003077626 A
(43) Date of publication of application: 14.03.2003

(51) Int. Cl H05B 6/04
H05B 6/06

(21) Application number: 2001268459

(22) Date of filing: 05.09.2001

(71) Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(72) Inventor: KITAIZUMI TAKESHI
YASUI KENJI
ISHIO YOSHIKI

(54) HIGH-FREQUENCY POWER SUPPLY DEVICE

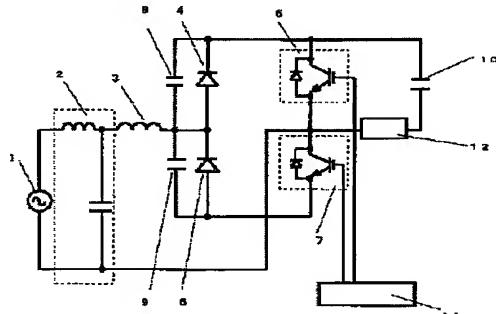
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inexpensive high-frequency power supply device capable of suppressing harmonic current.

SOLUTION: The high-frequency power supply device comprises a series connecting body of first and second semiconductor switches, the first and second semiconductor switches, a series connecting body of first and second rectifying diodes connected to the semiconductor switches in parallel, first and second clamp capacitors connected to the rectifying diodes respectively in parallel, a commercial power supply and a choke coil that are connected between the connecting point between the first and second semiconductor switches and the connecting point between the first and second rectifying diodes, and load and resonance capacitors that are connected to a point between the terminals

of the first or second semiconductor switch and interconnected in series. Thus, effect of a semiconductor element is uniformized, and cooling is simplified.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



1. 商用電源	10. 第1の共基コンデンサ
2. フィルタ	11. 負荷
3. チョークコイル	12. 制御手段
4,5. 第1、第2のダイオード	
6,7. 第1、第2の半導体スイッチ	
8,9. 第1、第2のクランプコンデンサ	

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-77626

(P2003-77626A)

(43)公開日 平成15年3月14日 (2003.3.14)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコト ⁸ (参考)
H 05 B 6/04	3 2 1	H 05 B 6/04	3 2 1 3 K 0 5 9
6/06	3 6 6	6/06	3 6 6
	3 6 9		3 6 9

審査請求 未請求 請求項の数14 O.L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願2001-268459(P2001-268459)

(22)出願日 平成13年9月5日(2001.9.5)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 北泉 武

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 安井 健治

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

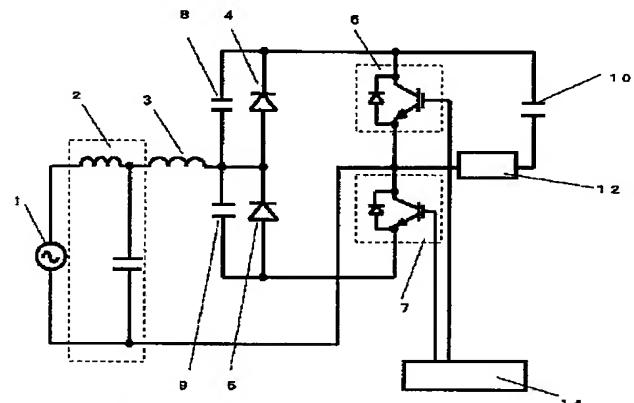
最終頁に続く

(54)【発明の名称】高周波電源装置

(57)【要約】

【課題】高調波電流を抑制できる安価な高周波電源装置を提供する。

【解決手段】第1及び第2の半導体スイッチの直列接続体と、前記第1及び第2の半導体スイッチと、前記半導体スイッチに並列接続される第1及び第2の整流ダイオードの直列接続体と、前記1及び第2の整流ダイオードに各々並列に接続される第1及び第2のクランプコンデンサと、前記第1及び第2の半導体スイッチの接続点と第1及び第2の整流ダイオードの接続点間に接続され、互いに直列に接続される商用電源及びチョークコイルと、第1または第2の半導体スイッチの端子間に接続され、互いに直列に接続される負荷と共振コンデンサからなる高周波電源装置とすることで、半導体素子の素子責務を均一化し、冷却構成を簡素化する。



1. 商用電源

2. フィルタ

3. チョークコイル

4, 5. 第1、第2のダイオード

6, 7. 第1、第2の半導体スイッチ

8, 9. 第1、第2のクランプコンデンサ

10. 第1の共振コンデンサ

12. 負荷

14. 制御手段

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1及び第2の半導体スイッチの直列接続体と、前記第1及び第2の半導体スイッチの直列接続体に並列接続される第1及び第2の整流ダイオードの直列接続体と、前記第1または第2の半導体スイッチの端子間に接続される負荷と共振コンデンサの直列接続体と、前記1及び第2の整流ダイオードに各々並列に接続される第1及び第2のクランプコンデンサとを有し、前記第1及び第2の半導体スイッチの接続点と前記第1及び第2の整流ダイオードの接続点間に、商用電源及びチョークコイルの直列回路が接続されてなる高周波電源装置。

【請求項2】 第1及び第2の半導体スイッチは、順方向に導通する半導体スイッチ素子とダイオードを逆並列に接続してなる請求項1に記載の高周波電源装置。

【請求項3】 第1及び第2のクランプコンデンサの容量を数 μF ～数十 μF のフィルムコンデンサで構成した請求項1～2記載の高周波電源装置。

【請求項4】 第1及び第2のクランプコンデンサの容量を略等しくした請求項1または2に記載の高周波電源装置。

【請求項5】 第1または第2の半導体スイッチの少なくとも一方の端子間にコンデンサを接続したことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の高周波電源装置。

【請求項6】 第1及び第2の半導体スイッチの導通時間を商用電源電圧のピーク付近と谷間付近で変化させることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の高周波電源装置。

【請求項7】 第1及び第2の半導体スイッチの導通時間を商用電源電圧の谷間付近でのスイッチング周波数をピーク付近よりも低く設定した請求項1～6のいずれか1項に記載の高周波電源装置。

【請求項8】 第1と第2の半導体スイッチの非導通時間の重なりを、商用電源電圧のピーク付近では短く、谷間付近では長く設定する請求項6または7に記載の高周波電源装置。

【請求項9】 チョークコイルに流れる電流を検知する電流検出手段を設け、前記チョークコイルの電流が正弦波になるように制御する請求項1～5のいずれか1項に記載の高周波電源装置。

【請求項10】 電流検出手段の出力との比較信号に上限と下限を設け、前記電流検出手段の値が上限と下限の間に収まるように、第1及び第2の半導体スイッチの導通時間を決める請求項9に記載の高周波電源装置。

【請求項11】 第1及び第2の半導体スイッチの導通時間に上限を設ける請求項10に記載の高周波電源装置。

【請求項12】 第1または第2のクランプコンデンサの電圧を検知する電圧検出手段を設け、前記電圧検出手

10

段の検知する電圧値が所定値になるように前記第1及び第2の半導体スイッチの導通時間を設定する請求項1～5のいずれか1項に記載の高周波電源装置。

【請求項13】 電圧検出手段の電圧値が同じになるように前記第1及び第2の半導体スイッチの導通時間を設定する請求項12に記載の高周波電源装置。

【請求項14】 商用電源の電流を検知する電源電流検出手段を設け、前記電源電流検出手段の積分値が零になるように、第1及び第2の半導体スイッチの導通時間を設定する請求項1～5のいずれか1項に記載の高周波電源装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、誘導加熱用高周波電源や電子レンジのマグネットロン駆動用高周波電源など高周波電源装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、誘導加熱や電子レンジのマグネットロン駆動用高周波電源として用いられてる高周波高周波電源装置について図面を用いて説明する。図27は、力率及び波形歪みを改善し、かつ負荷に商用電源周期において電圧変動が少ない形で電力を供給できる従来の高周波電源装置の回路構成を示す図である。商用電源1は、並列に接続された整流ダイオード20を介して、高周波電流を供給する供給源として働く平滑コンデンサ21に接続される。チョークコイル3は、平滑コンデンサ21の正極と第1の半導体スイッチ6と第2の半導体スイッチ7の直列接続体の中点に接続される。ここで、第2の半導体7のエミッタ端子は平滑コンデンサ21の負極に接続される。第1及び第2の半導体スイッチ6、7の直列接続体には、第3のクランプコンデンサ22が並列に接続され、負荷12と共に共振コンデンサ10の直列接続体は、第2の半導体スイッチ7に並列に接続される。ここで、負荷としては誘導加熱に用いられる被加熱物を含むコイルや2次側に整流回路及びマグネットロンが接続された高周波トランスなど、一次側にコイル成分を支配的に持つ負荷が接続されることになる。また、第1及び第2の半導体スイッチ6、7には、それぞれ逆並列にダイオードが接続されている。

【0003】 図28はインバータの各期間における電流が流れる経路を示した図であり、図29はそれに対応した動作波形図である。商用電源1は整流ダイオード20で整流され、平滑コンデンサ21に電力を供給する。平滑コンデンサ21は高周波動作における電源として働くことになる。

【0004】 ここでは、平滑コンデンサ21を電源として、第2の半導体スイッチ7がオン状態から説明をはじめる。この状態では図28(a)に示すように平滑コンデンサ21→チョークコイル3→第2の半導体スイッチ7の経路で電流が流れチョークコイル3にエネルギーを

20

40

50

蓄える動作と、共振コンデンサ10→負荷12→第2の半導体スイッチ7の経路で負荷に電力を供給する動作が同時に行われ、図29のI7に示す電流が第2の半導体スイッチ7に流れることになる。

【0005】第2の半導体スイッチ7を所定の時間でオフすると、図28(b)に示すように、平滑コンデンサ21→チョークコイル3→第1の半導体スイッチ6内のダイオード→第3のクランプコンデンサ22の経路で電流が流れ、第3のクランプコンデンサ22にチョークコイル3のエネルギーを伝達する動作と、負荷12→第1の半導体スイッチ6内のダイオード→第3のクランプコンデンサ22→共振コンデンサ10の経路で電流が流れ、負荷12内のインダクタンスに蓄えられたエネルギーを、共振コンデンサ10に蓄える動作が同時に行われる。

【0006】この第1の半導体スイッチ6内のダイオードが導通している間に第1の半導体スイッチ6を導通状態にしておくことにより、図28(c)に示すように共振コンデンサ10→第3のクランプコンデンサ22→第1の半導体スイッチ6→負荷12の経路で負荷12に電力を供給する動作と、平滑コンデンサ21→チョークコイル3→負荷12→共振コンデンサ10の経路でチョークコイル3にエネルギーを供給する動作が同時に行われ、図29のI6に示す電流が流れることになる。

【0007】第1の半導体スイッチ6を所定の時間でオフすると、図28(d)に示すように負荷12→共振コンデンサ10→第2の半導体スイッチ7内のダイオードの経路で負荷12内のインダクタンスに蓄えられたエネルギーを共振コンデンサ10に蓄える動作と、平滑コンデンサ22→チョークコイル3→負荷12→共振コンデンサ10の経路で電流が流れチョークコイル3にエネルギーを蓄える動作を同時にを行うことになる。この第2の半導体スイッチ7のダイオードに電流が流れている状態で第2の半導体スイッチ7を導通状態にしておくことで、図28(a)の状態に戻り、この動作を20kHz～50kHz程度の高周波で行うことにより、必要な電力を得ることになる。

【0008】このような動作をさせることで、図30に示す様に、負荷12には、第3のクランプコンデンサ22の働きにより、商用電源1の電圧変化に対し、ある程度平滑された形で電力供給することが可能となる。また、商用電源1からの入力電流は、第2の半導体スイッチ7の動作を工夫することにより、力率の改善されたあるいは電源高調波成分の少ない電流を流すことが可能になる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような従来の高周波電源装置においては、第2の半導体スイッチ7が、チョークコイル3と第3のクランプコンデンサ22に対する昇圧動作と負荷12と共振コンデンサ10に

対するインバータ動作を同時にを行うため、素子責務が多大になる。一方、第1の半導体スイッチ6は昇圧動作に関わる補助スイッチとして使われるため、素子責務は第2の半導体スイッチ7に比べかなり小さいものとなる。このように素子責務が偏ることにより、冷却設計が難しくなるとともに、一方素子のみ大電流素子を使う必要が生じ、価格的にも効果なものになる課題が生じることになる。

【0010】本発明は上記の課題を解決するもので、素子責務を均一にできる構成を取ることにより、冷却設計を簡易なものとすることができる、負荷に供給する電力を平滑化でき、力率が良くしかも安価で、冷却能力に優れた高周波電源を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため本発明は、第1及び第2の半導体スイッチの直列接続体と、前記第1及び第2の半導体スイッチの直列接続体に並列接続される第1及び第2の整流ダイオードの直列接続体と、前記1及び第2の整流ダイオードに各々並列に接続される第1及び第2のクランプコンデンサと、前記第1及び第2の半導体スイッチの接続点と第1及び第2の整流ダイオードの接続点間に接続され、互いに直列に接続される商用電源及びチョークコイルと、第1または第2の半導体スイッチの端子間に接続され、互いに直列に接続される負荷と共振コンデンサからなる高周波電源装置としている。

【0012】これにより、負荷に供給する電力を平滑化でき、力率が良くできるという利点を有した状態で、素子責務を等分することができる構成をとることで、冷却構成を簡易化でき、安価な高周波電源を実現できるものである。

【0013】

【発明の実施の形態】請求項1に記載の発明は、第1及び第2の半導体スイッチの直列接続体と、前記第1及び第2の半導体スイッチの直列接続体に並列接続される第1及び第2の整流ダイオードの直列接続体と、前記1及び第2の整流ダイオードに各々並列に接続される第1及び第2のクランプコンデンサと、前記第1及び第2の半導体スイッチの接続点と第1及び第2の整流ダイオードの接続点間に接続され、互いに直列に接続される商用電源及びチョークコイルと、第1または第2の半導体スイッチの端子間に接続され、互いに直列に接続される負荷と共振コンデンサからなる高周波電源装置としている。

【0014】これにより、負荷に供給する電力を平滑化でき、力率が良くできるという利点を有した状態で、素子責務を等分することができる構成をとることで、冷却構成を簡易化でき、安価な高周波電源を実現できるものである。

【0015】請求項2に記載の発明は、特に、請求項1に記載の第1及び第2の半導体スイッチは、順方向に導

通する半導体スイッチ素子とダイオードを逆並列に接続してなることにより、ダイオードの定格を比較的容易に変更することができ、素子の選択あるいは冷却設計の自由度を増すことができる。

【0016】請求項3に記載の発明は、特に、請求項1または2に記載の第1及び第2のクランプコンデンサの容量を数 μ F～数十 μ Fのフィルムコンデンサで構成したことにより、価格的に安価のものとすることができる。

【0017】請求項4に記載の発明は、特に、請求項1または2に記載の第1及び第2のクランプコンデンサの容量を略等しくしたことにより、商用電源の極性によりシンメトリックな動作をさせることができる。

【0018】請求項5に記載の発明は、特に、請求項1～4のいずれか1項に記載の第1または第2の半導体スイッチの少なくとも一方の端子間にコンデンサを接続したことにより、各半導体スイッチのターンオフ時の損失を大幅に軽減でき、冷却構成を更に簡易化でき、安価な高周波電源を実現できるものである。

【0019】請求項6に記載の発明は、特に、請求項1～5のいずれか1項に記載の第1、第2の半導体スイッチの導通時間を商用電源電圧のピーク付近と谷間付近で変化させることにより、商用電源の電圧の谷間付近でも電流を流すことができるようになり、高調波成分の少ない入力電流で動作できる高周波電源装置を実現できるものである。

【0020】請求項7に記載の発明は、特に、請求項1～6のいずれか1項に記載の第1、第2の半導体スイッチの導通時間を商用電源電圧の谷間付近でのスイッチング周波数をピーク付近よりも低く設定することにより、商用電源の電圧の谷間付近でもより電流を流すことができるようになり、高調波成分の少ない入力電流で動作できる高周波電源装置を実現できるものである。

【0021】請求項8に記載の発明は、特に、請求項6または7に記載の第1と第2の半導体スイッチの非導通時間の重なりを、商用電源電圧のピーク付近では短く、谷間付近では長く設定することにより、谷間付近での半導体スイッチの短絡モード発生による損失を低減でき、冷却構成の簡易化及び低ノイズの高周波電源を実現できるものである。

【0022】請求項9に記載の発明は、特に、請求項1～5のいずれか1項に記載のチョークコイルに流れる電流を検知する電流検出手段を設け、前記チョークコイルの電流が正弦波になるように制御することにより、簡易な構成で入力電流を正弦波に近づけることが可能となり、力率が良く高調波成分の少ない電流を供給できる高周波電源を実現できるものである。

【0023】請求項10に記載の発明は、特に、請求項9に記載の電流検出手段の出力と比較する目標信号に上限値と下限値を設け、前記電流検出手段の値が上限値と

下限値の間に収まるように、第1、第2の半導体スイッチの導通時間を決めることにより、簡易な回路構成で入力電流を正弦波に近づけることが可能となり、力率が良く高調波成分の少ない電流を供給できる高周波電源を実現できるものである。

【0024】請求項11に記載の発明は、特に、請求項10に記載の第1、第2の半導体スイッチの導通時間に上限及び駆動周波数に下限を設けることにより、駆動周波数が可聴域まで下がることを防止することができ、力率が良く高調波成分の少ない電流を供給できる高周波電源を実現できるものである。

【0025】請求項12に記載の発明は、特に、請求項1～5のいずれか1項に記載の第1または第2のクランプコンデンサの電圧を検知する電圧検出手段を設け、前記電圧検出手段の電圧値が所定値になるように前記第1及び第2の半導体スイッチの導通時間を設定することにより、より簡易で安価な構成で入力電力の設定が可能になり、安価な高周波電源装置を実現できるものである。

【0026】請求項13に記載の発明は、特に、請求項12に記載の電圧検出手段の電圧値が同じになるように第1及び第2の半導体スイッチの導通時間を設定することにより、入力電流の直流成分流出を防ぐことが可能になり、偶数次の高調波の成分の少ない高周波電源装置を実現できるものである。

【0027】請求項14に記載の発明は、特に、請求項1～5のいずれか1項に記載の構成で商用電源の入力に入力電流検出手段を設け、前記入力電流検知手段の積分値が零になるように、第1及び第2の半導体スイッチの導通時間を設定することにより、入力電流の直流成分分流を防ぐことが可能になり、偶数次の高調波の成分の少ない高周波電源装置を実現できるものである。

【0028】

【実施例】（実施例1）本発明の第1の実施例について図面を参照しながら説明する。本実施例は請求項1～4に係わる。

【0029】図1は本実施例の高周波電源装置の回路構成を示す図である。第1及び第2の半導体スイッチ6、7の直列接続体には、第1及び第2のダイオード4、5の直列接続体を並列接続している。第1及び第2のダイオード4、5にはそれぞれ第1及び第2のクランプコンデンサ8、9がそれぞれ接続されており、第1及び第2のダイオードの4、5の接続点と第1及び第2の半導体スイッチ6、7の接続点の間には、商用電源1、フィルタ2及びチョークコイル3の直列回路が接続されている。また、第1の半導体スイッチには、共振コンデンサ10と負荷12の直列回路が並列に接続されている。更に、第1及び第2の半導体スイッチ6、7は制御手段14からの信号を受け動作することになる。ここで、負荷12に関しては、誘導加熱であれば平板コイルと鍋などの被加熱物で構成され、マグネットロン用駆動電源であれ

ば2次側に整流回路とマグネットロンが接続された高圧トランジスタで構成され、いずれの場合も1次側はインダクタンス成分で構成される負荷になる。また、制御手段14は、入力電圧や供給電力に応じた指令値に従い、第1及び第2の半導体スイッチ6、7の駆動を行うものである。また、本実施例では第1及び第2の半導体スイッチ6、7は順方向に導通するIGBTとこれに逆並列に接続したダイオードで記載しているので、ダイオードの電流耐量などの定格を変更することが比較的容易で、半導体スイッチ及びダイオードの設計の自由度が大きくなる。ただ、MOSFETのように素子内部にダイオードを構成した素子を用いても、流れる電流あるいは温度上昇が許容範囲を超えない問題ない。

【0030】図2、図3はインバータ回路の各区間における電流経路を示した図であり、図4は図2に対応した波形図である。また、図5は商用電源1の周期で見た場合の波形図である。商用電源1の極性が図2の状態で第1の半導体スイッチがオン状態から説明する。この状態では図2(a)に示すように商用電源1→チョークコイル3→第1のダイオード4→第1の半導体スイッチ6の経路でチョークコイル3に電力を供給するモードと第1の共振コンデンサ10→第1の半導体スイッチ6→負荷12の経路で負荷に電力を供給するモードを行なう。図4のI6に示す電流が半導体スイッチ6に流れるとともに、I3に示す電流がチョークコイルに流れることになる。所定のオン時間が経過した後、第1の半導体スイッチ6をオフすると、図2(b)に示すように商用電源1→チョークコイル3→第2のクランプコンデンサ9→第2の半導体スイッチ7内のダイオードの経路でチョークコイル3に蓄えられた電力を第2のクランプコンデンサ9に蓄えるモードと負荷12→第1の共振コンデンサ→第1のクランプコンデンサ8→第2のクランプコンデンサ9の経路で負荷12のインダクタンス成分に蓄えた電力を共振コンデンサ10に放出するモードを行なう。ここで、第2のクランプコンデンサ9は、チョークコイル3と第2の半導体スイッチ7内のダイオードにより昇圧回路が形成されるため、図2の極性の間は図5のV9に示す様にほぼ一定電圧に保つことが可能となる。

【0031】第2の半導体スイッチ7内のダイオードが導通している区間で第2の半導体スイッチ7が導通状態にしておくと、図2(c)のモードに遷移することになる。このモードでは、第1の共振コンデンサ10→負荷12→第2の半導体スイッチ7→第2のクランプコンデンサ→第1のクランプコンデンサの経路で電力を負荷12に供給する経路と、商用電源1→チョークコイル3→第1のクランプコンデンサ8→共振コンデンサ10→負荷12の経路で、電力を負荷に12供給する経路が同時に起り、図4のI7に示す電流が第2の半導体スイッチ7に流れることになる。

【0032】第1のクランプコンデンサ8の電荷が放出されると、第1のクランプコンデンサ8に並列接続された第1のダイオード4を電流が通る図2の(d)のモードに遷移していく。ここで第1のクランプコンデンサ8に蓄えられる電荷は、ほとんどないため、(d)の状態にすぐに遷移すると考えられる。

【0033】所定の時間経過後、第2の半導体スイッチ7をオフすると、図2(e)に示すように、負荷12→第1の半導体スイッチ6内のダイオード→第1の共振コンデンサ10の経路で、負荷12のインダクタンスに蓄えられた電力を第1の共振コンデンサに蓄えるモードと商用電源1→チョークコイル3→第1のダイオード→第1の共振コンデンサ→負荷12の経路で負荷12に電力を供給するモードを同時に行なうことになる。

【0034】この第1の半導体スイッチ6内のダイオードが導通状態を維持している間に、第1の半導体スイッチ6を導通状態にすることで、図2(a)の動作モードに遷移することになる。この動作を20~50kHzの高周波で行なうことにより、負荷12に図4のI12の様な電流を流し、必要な電力を負荷12に供給している。

【0035】図3に電源電圧1の極性が逆の場合の、各モードでの電流経路を示す。今度は、第2の半導体スイッチ7が昇圧動作とインバータ動作を同時に行なうための主スイッチとして働き、第1の半導体スイッチ6はサブスイッチとして働くことになる。この動作により、図5に示すように第1のクランプコンデンサ8は、ほぼ一定電圧に保たれることになる。よって、負荷には図5のV12の様な定電圧に近い電圧が供給され、誘導加熱では軽量負荷での音の発生の抑制が可能であり、マグネットロン駆動用電源においては、マグネットロン駆動電圧を休止区間なしで発振させることができになる利点が生じる。ここで、極性に対し、第1の半導体スイッチ6と第2の半導体スイッチ7が商用電源1の極性に対しシンメトリックに動作することで、半導体スイッチの損失もほぼ同一になり、冷却構成が簡素化されることになる。また、使用される素子数も整流ダイオードが2個少なく構成されているため、価格の大きな部分をしめるパワー素子の使用数を軽減でき安価な電源を実現できることになる。

【0036】なお、第1及び第2のクランプコンデンサ8、9は負荷12が誘導加熱負荷やマグネットロン駆動用電源の場合は、負荷12への電力供給を完全平滑する必要がないため、数μF~数十μFのフィルムコンデンサで十分であり、価格的にも安価ですませることが可能である。

【0037】また、第1及び第2のクランプコンデンサ8、9の容量は、極性によりシンメトリックな動作をさせるため、同容量であることが望ましい。

【0038】また、図6に第2の半導体スイッチ7に負荷12と第2の共振コンデンサ11の直列回路が並列に接続された構成を、図7には第1及び第2の共振コンデ

ンサ10、11が第1及び第2の半導体スイッチ6、7の直列回路に並列に接続され、各々の中点に負荷12が接続される構成を示している。基本的な動作は、図1と同様であるが、図7の構成では共振コンデンサ10、11の容量は共振コンデンサー個で実現している図1、図6の構成の1/2になる。

【0039】以上のように本実施例によれば、負荷12に供給する電力を平滑化できかつ入力電流の力率を良くできるという利点を有したまま、素子責務を等分することができる構成をとることにより、冷却構成を簡素化できる安価な高周波電源を実現できるものである。

【0040】(実施例2) 本発明の高周波電源装置の第2の実施例について図面を参照しながら説明する。本実施例は請求項5に係わる。

【0041】図8は本実施例の回路構成を示す図である。本実施例が実施例1の構成と異なるのは第1のコンデンサ15を第1の半導体スイッチ6と並列に配置している点である。

【0042】本構成における動作を説明する。図9に図2の極性に対応する波形図を示す。基本動作は実施例1と同様であるが、第1及び第2の半導体スイッチ6、7がターンオフする際に、第1のコンデンサ15が充電あるいは放電されることにより、第1及び第2の半導体スイッチ6、7の電圧の立ち上がりが緩やかに動作することになる。この動作により図9のV6とI6あるいはV7とI7に示される様に半導体スイッチの電流が0に遷移する際の電流・電圧積で示されるターンオフ時のスイッチング損失を減らすことができる。特に負荷12が誘導加熱負荷やマグネットロン駆動電源の負荷の場合は、電流ピークが50A以上になる場合も多く、半導体スイッチの電圧の立ち上がりを緩やかにすることで、大幅な損失低減を実現することが可能となる。このことにより、冷却構成をより簡素化することが可能となる。

【0043】また、図10に第2の半導体スイッチ7と並列に第2のコンデンサ16を接続した例を、図11に第1及び第2の半導体スイッチ6、7にそれぞれコンデンサを並列に接続した例を示している。効果はどの接続でも同様な効果があるが、図11のコンデンサの容量は、図8及び図9に示す様に一個で実現した場合の容量の1/2の容量になる。

【0044】以上のように本実施例によれば、第1または第2の半導体スイッチ6、7に第1または第2のコンデンサ15、16を接続することにより、半導体スイッチのターンオフ時の損失を大幅に減少させることで、冷却構成の簡素化を図り、安価な高周波電源を実現できるものである。

【0045】(実施例3) 本発明の第3の実施例について図面を参照しながら説明する。本実施例は請求項6に係わる。

【0046】本実施例の構成を図12に示す。本実施例

が実施例1と異なるのは、商用電源1の電圧値を検知する電圧検出手段17を有している点である。

【0047】上記構成における動作について説明する。図13に本実施例での動作についての動作図を示す。電圧検出手段17により商用電源1の電圧値、0電圧タイミング、周波数等を検知して、その検出値に従い制御手段14により第1及び第2の半導体スイッチ6、7に供給するオン時間を決定する。ここで、電源電圧のピーク付近でオン時間を短く、谷間付近に向かってオン時間を長く設定することで、第1及び第2のクランプコンデンサ8、9の電圧を一定値に近づけることが出来ると共に入力電流を正弦波に近づけることが可能となる。ここで、商用電源の極性により、第1及び第2の半導体スイッチ6、7の主スイッチが変わるため、オン時間幅を極性により切り替える必要がある。また、制御手段14は、電圧検出手段17から0電圧タイミングと周波数の情報を受け取ることができれば、あらかじめ設定されたオン時間により、入力電力を規定することができる。そこで、電圧検出手段17はフォトカプラやトランジスタによる構成を取ることが可能である。

【0048】以上のように本実施例によれば、前記第1、第2の半導体スイッチ6、7の導通時間を商用電源電圧の谷間付近でのスイッチング周波数をピーク付近よりも低く設定することにより、商用電源1の電圧の谷間付近でもより電流を流すことができるようになり、高調波成分の少ない入力電流で動作できる高周波電源装置を実現できるものである。

【0049】(実施例4) 本発明の第4の実施例について図面を参照しながら説明する。本実施例は請求項7に係わる。

【0050】本実施例の構成は実施例3と同一の構成をとるため省略する。

【0051】本実施例の動作について説明する。図14は本実施例の動作を示す動作図である。本実施例が実施例3と異なるのは、電圧検出手段17により商用電源1の電圧値、0電圧タイミング、周波数等を検知して、その検出値に従い制御手段14により第1及び第2の半導体スイッチ6、7に供給するオン時間と駆動周波数を決定している点である。つまり、電源電圧のピーク付近でオン時間を短くかつ周波数を高く設定し、谷間付近に向かってオン時間を長く、周波数を低く設定することで、第1及び第2のクランプコンデンサ8、9の電圧をより一定値に近づけることが出来ると共に入力電流をより正弦波に近づけることが可能となる。

【0052】以上の様に本実施例によれば、第1、第2の半導体スイッチ6、7の導通時間を商用電源1の電圧の谷間付近でのスイッチング周波数をピーク付近よりも低く設定することで、商用電源1の電圧の谷間付近で、より電流を流すことができるようになり、高調波成分の少ない入力電流で動作できる高周波電源装置を実現でき

るものである。

【0053】(実施例5) 本発明の第5の実施例について図面を参照しながら説明する。本実施例は請求項8に係わる。

【0054】本実施例の構成は実施例3と同一な構成をとるため省略する。

【0055】本実施例の動作について説明する。図15は本実施例の動作を示す動作図である。本実施例が実施例3と異なるのは、電圧検知手段17により商用電源1の電圧値を検知して、その検出値に従い制御手段14により、第1及び第2の半導体スイッチ6、7に供給する互いのオン信号の休止区間の重なり(デットタイム)を可変している点である。第1のコンデンサ15は、第1の半導体スイッチ6がオフした際に電荷を蓄えることで第1の半導体スイッチ6がオフした際の電圧上昇を緩やかにする働きをし、第2の半導体スイッチ7がオフした際に電荷を放出する動作を行うことで第2の半導体スイッチ7の電圧上昇を緩やかにする働きをもつことになる。ここで、商用電源1の電圧の谷間付近では電圧のピーク付近に比べ、第1のコンデンサ15の電荷が抜けるまでに時間を要することになる。この電荷を放出する前に第1の半導体スイッチ6がオン状態になると、第1のコンデンサ1の容量を短絡することになり、第1の半導体スイッチ6は電圧を残したまま、大電流が流れるためターンオン損失が発生することになる。この損失を考慮して冷却設計を行うと、その損失分冷却性能を上げておく必要が生じることになる。また、スパイク状の電流が流れるため、大きなノイズ源となることも避けられない。そこで、商用電源1の電圧に応じて、デットタイムを可変させることによりこの短絡モードの発生を防ぐことが可能になる。本実施例では、図15に示す様に、電圧ピーク付近ではデットタイムを狭く、電圧の谷間付近ではデットタイムを長くとることにより短絡モードの発生を予防している。

【0056】また、入力電力が変わった場合も同様な現象が生じるため、入力電力が大きいときはデットタイムを短く、入力電力が小さいときはデットタイムを狭く取ることが望ましい。

【0057】以上の様に本実施例では、第1と第2の半導体スイッチ6、7の非導通時間の重なりを、商用電源電圧のピーク付近では短く、谷間付近では長く設定することにより、谷間付近での半導体スイッチの短絡モード発生による損失を低減でき、冷却構成の簡易化及び低ノイズの高周波電源を実現できるものである。

【0058】(実施例6) 本発明の第6の実施例について図面を参照しながら説明する。本実施例は請求項9に係わる。

【0059】本実施例の構成を図16に示す。本実施例が実施例3の構成と異なるのは、チョークコイルの電流を検出する電流検出手段18を備えている点である。

【0060】本実施例の動作について説明する。制御手段14は、電圧検出手段17の検出値に従い、チョークコイル3の電流を検出する電流検出手段18の出力が所望の電流になるように第1及び第2の半導体スイッチ6、7のオン時間を決めることになる。ここで特に、チョークコイル3の電流を検出しているのは、貫通型電流センサの使用などが簡易にできるため、あるいは電流センサとチョークコイルの一体構成が可能などの利点を含むことが上げられる。また、制御手段14は電圧検知手段17の出力と電流検出手段18の出力を一致させる様に動作することになる。この動作により、入力電流を正弦波に近づけることが可能になり、力率が良く、高調波成分の少ない高周波電源を実現することが可能になる。

【0061】以上の様に本実施例では、チョークコイル3と直列に電流検出手段18を設け、制御手段14がチョークコイル3の電流が正弦波になるように制御することにより、簡易な構成で、力率が良く、高調波成分の少ない電流を供給できる高周波電源を実現できるものである。

【0062】(実施例7) 本発明の第7の実施例について図面を参照しながら説明する。本実施例は請求項10に係わる。

【0063】本実施例の構成を図17に示す。本実施例が実施例6の構成と異なるのは制御手段14の内部に、電圧検出手段17の検出値に従い、電流検出手段18の検出値の目標値を決める目標信号設定手段30と、目標信号の上限値を決める目標上限設定手段31と、目標信号の下限値を決める目標下限設定手段32と、電流検出手段17の検出値が、目標の下限または上限からはずれることを検出する第1の比較手段33及び第2の比較手段34と、第1及び第2の比較手段33、34の出力に従い第1及び第2の半導体スイッチ6、7のオン信号を発生する制御信号発生手段35を構成することである。

【0064】本実施例の動作について説明する。図18、図19は本実施例の動作を示す動作図である。チョークコイル3に流れる電流はチョークコイル3のインダクタンス値と商用電源1の電圧値で決まる傾きを持って上昇・下降することになる。商用電源1の極性により第1、第2半導体スイッチ6、7の一方が主側のスイッチとして働き、もう一方が従側のスイッチとして働くことになる。図18が、図2の場合と同極性になった場合の振る舞いであり、図19は図3と同極性になった場合の振る舞いである。極性に応じて第1、第2の半導体スイッチ6、7の内、主側のスイッチがオン状態になると電流値は増加し、主スイッチがオフするつまり従側スイッチがオン状態になると電流値は減少することになる。そこで、制御手段14内に電流値の目標信号に目標信号上限と目標信号下限を持たせ、電流値が目標信号の下限を下回った場合に主側の半導体スイッチをオン状態にし、目標

値の上限を越えた段階で主側の半導体スイッチをオフ状態にする制御を行うこととする。このように、目標電流値に上限、下限を設けるという簡易な構成で正弦波に近い入力電流を実現できることになる。ここで、目標上限設定手段31の値と目標下限設定手段32の値の幅は、第1及び第2の半導体スイッチ6、7の駆動周波数が20kHz～50kHzで収まる範囲になる幅に設定することが望ましい。

【0065】以上の様に本実施例においては、電流検出手段18の出力と比較する目標信号に上限値と下限値を設け、電流検出手段18の値が上限値と下限値の間に収まるように、第1、第2の半導体スイッチ6、7の導通時間を決める方式とすることにより、簡易な回路構成で入力電流を正弦波に近づけることが可能となり、力率が良く高調波成分の少ない電流を供給できる高周波電源を実現できるものである。

【0066】(実施例8) 本発明の第8の実施例について図面を参照しながら説明する。本実施例は請求項11に係わる。

【0067】本実施例の構成を図20に示す。本実施例が実施例7と異なる構成は、第1及び第2の半導体スイッチ6、7のオン時間に上限を設けるオン時間上限設定手段36と駆動周波数の下限値を設定する周波数下限設定手段37を備えている点である。

【0068】本実施例の動作について説明する。図21は本実施例の動作を示す動作図である。チョークコイル3に流れる電流は、チョークコイル3のインダクタンス値と商用電源1の電圧値に依存することになる。そこで、商用電源1の電圧値により、傾きがかわるため、電圧のピーク付近と谷間付近では大きく傾きが異なることになる。よって、谷間付近では、オン時間が長くなり駆動周波数が20kHz以下になる場合が生じる。一方、駆動周波数を上げすぎると、ピーク付近での周波数が上がりすぎるため第1、第2の半導体スイッチ6、7のスイッチング損失が大きくなり、冷却構成が複雑になる。そこで、オン時間及び駆動周波数に制限を設けることで、駆動周波数を上げずにしかも、可聴域まで周波数が下がることなく、動作を行わせることができ可能になる。また、オン時間が制限値にかかる区間は1 msec以下の短い区間であるため、力率などに大きな影響を与えることはない。

【0069】以上より本実施例においては、第1、第2の半導体スイッチ6、7の導通時間に上限及び駆動周波数下限を設けることにより、駆動周波数が可聴域まで下がることを防止することができ、力率が良く高調波成分の少ない電流を供給できる高周波電源を実現できるものである。

【0070】(実施例9) 本発明の第9の実施例について図面を参照しながら説明する。本実施例は請求項12に係わる。

【0071】本実施例の構成を図22に示す。本実施例が実施例3と異なる点は、第1または第2のクランプコンデンサ8、9の両端電圧を検知するための第1の電圧検知手段38を有している点である。

【0072】本実施例の動作について説明する。図22は本実施例の動作を示す動作図である。制御手段14は、所定の出力が得られるよう第1、第2の半導体スイッチ6、7のオン時間を決定する。この際、出力電力に従い第1、第2のクランプコンデンサ8、9の両端電圧は変化することになる。そこで、制御手段14は第1の電圧検出手段38によりクランプコンデンサの両端電圧を検出値し、この電圧値が所定値になる様に制御する方式をとる。この方式では、電流センサなどが必要ないため、より安価な構成で電力制御が可能になる。ここで、第1の電圧検出手段38はピークホールド回路等で構成されることが望ましい。

【0073】以上より本実施例によれば、第1または第2のクランプコンデンサ8、9に第1の電圧検出手段38を設け、第1の電圧検出手段38の電圧値が所定値になるように第1及び第2の半導体スイッチ6、7の導通時間を設定することにより、簡易で安価な構成で入力電力の設定が可能になり、安価な高周波電源装置を実現できるものである。

【0074】(実施例10) 本発明の第10の実施例について図面を参照しながら説明する。本実施例は請求項13に係わる。

【0075】本実施例の構成を図24に示す。本実施例が従来例3の構成と異なるのは、第1のクランプコンデンサ8の両端電圧を検出する第1の電圧検知手段38と、第2のクランプコンデンサ9の両端電圧を検出する第2の電圧検知手段39を有する点である。

【0076】本実施例の動作について説明する。図25は本実施例の動作を示す動作図である。20kHzから50kHz程度の間で発振する三角波信号と、商用電源1の電圧に同期して決まるリファレンス信号により、PWM信号を生成する。制御手段14は、PWM信号としては図示している信号とその信号に相反するPWM信号の2種類を生成し、それぞれの信号からできる信号を第1及び第2の半導体スイッチ6、7のオン信号として入力する。このリファレンス信号は電圧周期に対して、対称な波形を用いることで入力電流が直流成分を持たないような設定されることになる。しかしながら、回路定数のずれの蓄積などによりわずかな直流分が検出されることになる。この現象は偶数時の高調波電流として検出されることになる。ここで、第1の電圧検知手段38と第2の電圧検知手段39により、第1、第2のクランプコンデンサ8、9の両端電圧を検出し、その電圧値を同じにすることで、上記現象を防止することが可能になる。電圧値を等しくする方法としては、PWM信号またはリファレンス信号の平均値を上昇または下降させるこ

とで達成することが可能である。

【0077】以上より本実施例によれば、第1及び第2の電圧検出手段38、39の電圧値が同じになるように前記第1及び第2の半導体スイッチの6、7の導通時間を設定することにより、入力電流の直流成分流出を防ぐことが可能になり、偶数次の高調波の成分の少ない高周波電源装置を実現できるものである。

【0078】(実施例11) 本発明の第11の実施例について図面を参照しながら説明する。本実施例は請求項14に係わる。

【0079】本実施例の構成を図26に示す。本実施例の構成が実施例3と異なるのは入力電流を検出する入力電流検出手段を有している点である。

【0080】本実施例の動作について説明する。本実施例の動作は実施例10とほぼ同一である。実施例10と異なるのは、入力電流を検出する入力電流検出手段40により電流値を検出し、その検出値を用いて直流分を検出し、制御手段14により図25と同様に三角波信号またはリファレンス信号の平均値を上下させる点である。直流分の検出方法としては入力電流を積分しその値の0からのずれにより判断することが可能である。

【0081】以上より本実施例によれば、商用電源1の入力に入力電流検知手段40を設け、検出値の積分値が零になるように、第1及び第2の半導体スイッチ6、7の導通時間を設定することにより、入力電流の直流成分流出を防ぐことが可能になり、偶数次の高調波の成分の少ない高周波電源装置を実現できるものである。

【0082】

【発明の効果】以上のように、請求項1～4に記載の発明によれば、負荷に供給する電力を平滑化できかつ入力電流の力率を良くできるという利点を有したまま、半導体スイッチ責務を等分して、冷却構成を簡素化できる安価な高周波電源装置を実現できるものである。

【0083】また、請求項5に記載の発明によれば、半導体スイッチのターンオフ時の損失を大幅に減少させることで、冷却構成の簡素化を図り、安価な高周波電源を実現できるものである。

【0084】また、請求項6に記載の発明によれば、商用電源1の電圧の谷間付近でもより電流を流すことができるようになり、高調波成分の少ない入力電流で動作できる高周波電源装置を実現できるものである。

【0085】また、請求項7に記載の発明によれば、商用電源1の電圧の谷間付近で、より電流を流すことができるようになり、高調波成分の少ない入力電流で動作できる高周波電源装置を実現できるものである。

【0086】また、請求項8に記載の発明によれば、谷間付近での半導体スイッチの短絡モード発生による損失を低減でき、冷却構成の簡易化及び低ノイズの高周波電源を実現できるものである。

【0087】また、請求項9に記載の発明によれば、簡

易な構成で、力率が良く、高調波成分の少ない電流を供給できる高周波電源を実現できるものである。

【0088】また、請求項10に記載の発明によれば、簡易な回路構成で入力電流を正弦波に近づけることが可能となり、力率が良く高調波成分の少ない電流を供給できる高周波電源を実現できるものである。

【0089】また、請求項11に記載の発明によれば、駆動周波数が可聴域まで下がることを防止することができ、力率が良く高調波成分の少ない電流を供給できる高周波電源を実現できるものである。

【0090】また、請求項12に記載の発明によれば、簡易で安価な構成で入力電力の設定が可能になり、安価な高周波電源装置を実現できるものである。

【0091】また、請求項13に記載の発明によれば、入力電流の直流成分流出を防ぐことが可能になり、偶数次の高調波の成分の少ない高周波電源装置を実現できるものである。

【0092】また、請求項14に記載の発明によれば、入力電流の直流成分流出を防ぐことが可能になり、偶数次の高調波の成分の少ない高周波電源装置を実現できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の高周波電源装置の回路構成を示す図

【図2】本発明の第1の実施例の高周波電源装置の動作モードを示す図

【図3】本発明の第1の実施例の高周波電源装置の動作モードを示す図

【図4】本発明の第1の実施例の高周波電源装置の波形を示す図

【図5】本発明の第1の実施例の高周波電源装置の波形を示す図

【図6】本発明の第1の実施例の高周波電源装置の回路構成を示す図

【図7】本発明の第1の実施例の高周波電源装置の回路構成を示す図

【図8】本発明の第2の実施例の高周波電源装置の回路構成を示す図

【図9】本発明の第2の実施例の高周波電源装置の波形を示す図

【図10】本発明の第2の実施例の高周波電源装置の回路構成を示す図

【図11】本発明の第2の実施例の高周波電源装置の回路構成を示す図

【図12】本発明の第3の実施例の高周波電源装置の回路構成を示す図

【図13】本発明の第3の実施例の高周波電源装置の動作を示す動作図

【図14】本発明の第4の実施例の高周波電源装置の動作を示す動作図

【図15】本発明の第5の実施例の高周波電源装置の動作を示す動作図

【図16】本発明の第6の実施例の高周波電源装置の回路構成を示す図

【図17】本発明の第7の実施例の高周波電源装置の回路構成を示す図

【図18】本発明の第7の実施例の高周波電源装置の動作を示す動作図

【図19】本発明の第7の実施例の高周波電源装置の動作を示す動作図

【図20】本発明の第8の実施例の高周波電源装置の回路構成を示す動作図

【図21】本発明の第8の実施例の高周波電源装置の動作を示す動作図

【図22】本発明の第9の実施例の高周波電源装置の回路構成を示す動作図

【図23】本発明の第9の実施例の高周波電源装置の動作を示す動作図

【図24】本発明の第10の実施例の高周波電源装置の回路構成を示す動作図

【図25】本発明の第10の実施例の高周波電源装置の動作を示す動作図

【図26】本発明の第11の実施例の高周波電源装置の回路構成を示す動作図

【図27】従来の高周波電源装置の回路構成を示す図

【図28】従来の高周波電源装置の動作モードを示す図

【図29】従来の高周波電源装置の波形を示す図

【図30】従来の高周波電源装置の波形を示す図

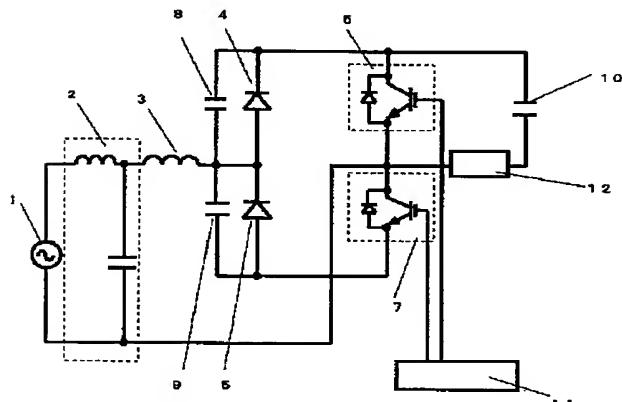
【符号の説明】

1 商用電源

- * 2 フィルタ
- 3 チョークコイル
- 4 第1の整流ダイオード
- 5 第2の整流ダイオード
- 6 第1の半導体スイッチ
- 7 第2の半導体スイッチ
- 8 第1のクランプコンデンサ
- 9 第2のクランプコンデンサ
- 10 第1の共振コンデンサ
- 11 第2の共振コンデンサ
- 12 負荷
- 14 制御手段
- 15 第1のコンデンサ
- 16 第2のコンデンサ
- 17 電圧検出手段
- 18 電流検出手段
- 20 整流ダイオード
- 21 平滑コンデンサ
- 22 第3のクランプコンデンサ
- 20 30 目標信号設定手段
- 31 目標上限設定手段
- 32 目標下限設定手段
- 33 第1の比較手段
- 34 第2の比較手段
- 35 制御信号発生手段
- 36 オン時間上限設定手段
- 37 周波数下限設定手段
- 38 第1の電圧検出手段
- 39 第2の電圧検出手段
- *30 40 入力電流検知手段

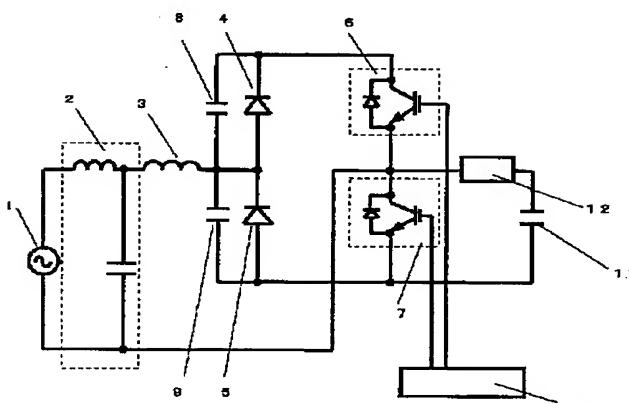
*30

【図1】



- 1. 商用電源
- 2. フィルタ
- 3. チョークコイル
- 4, 5. 第1、第2のダイオード
- 6, 7. 第1、第2の半導体スイッチ
- 8, 9. 第1、第2のクランプコンデンサ

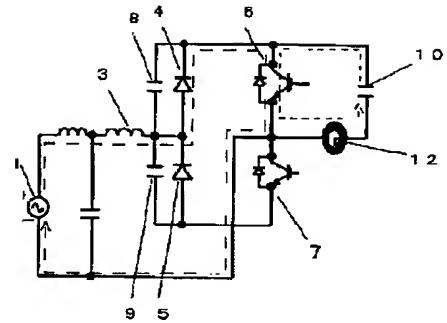
【図6】



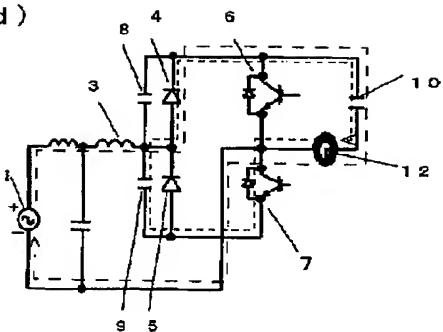
- 10. 第1の共振コンデンサ
- 12. 負荷
- 14. 制御手段
- 11. 第2の共振コンデンサ

【図2】

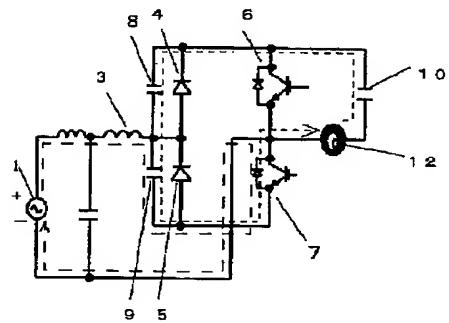
(a)



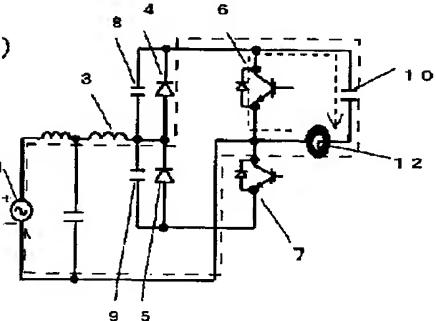
(d)



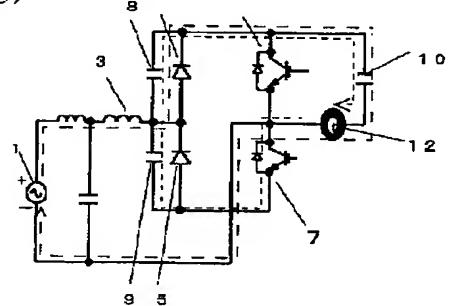
(b)



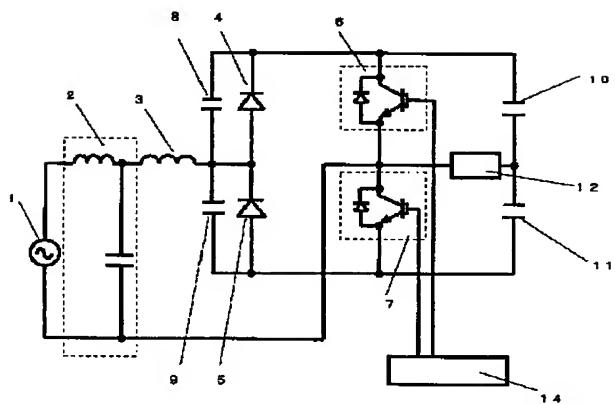
(e)



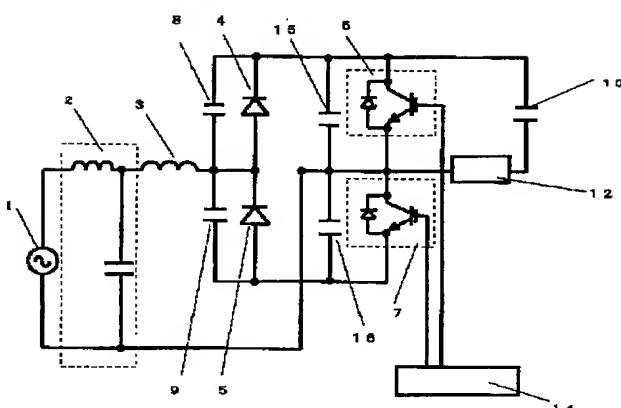
(c)



【図7】

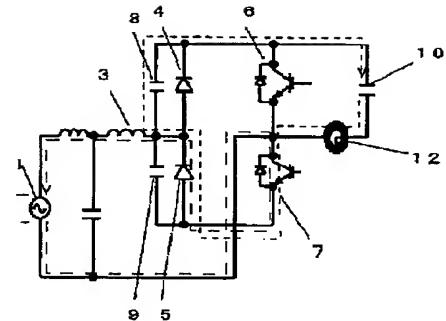


【図11】

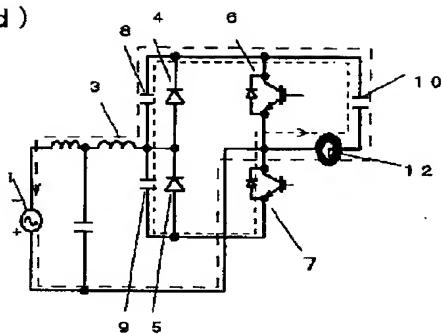


【図3】

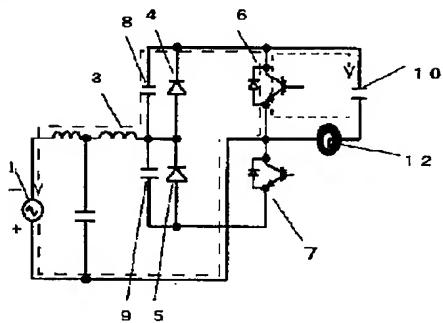
(a)



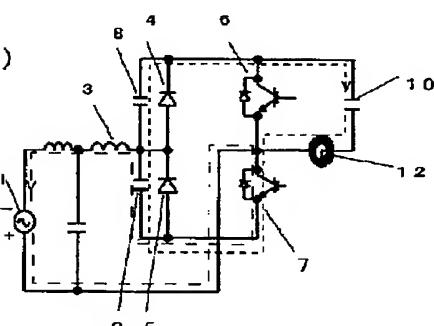
(d)



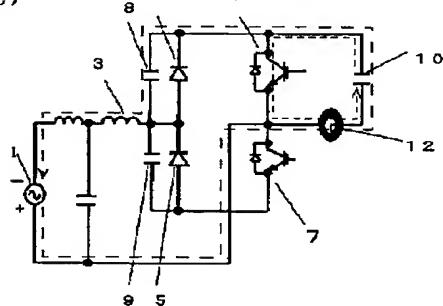
(b)



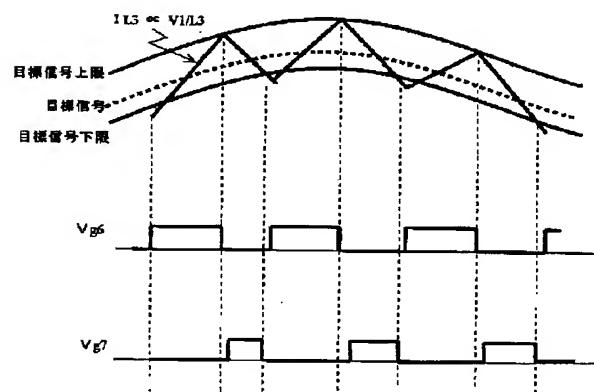
(e)



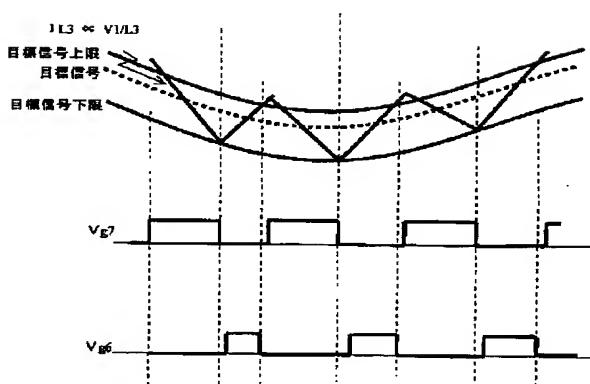
(c)



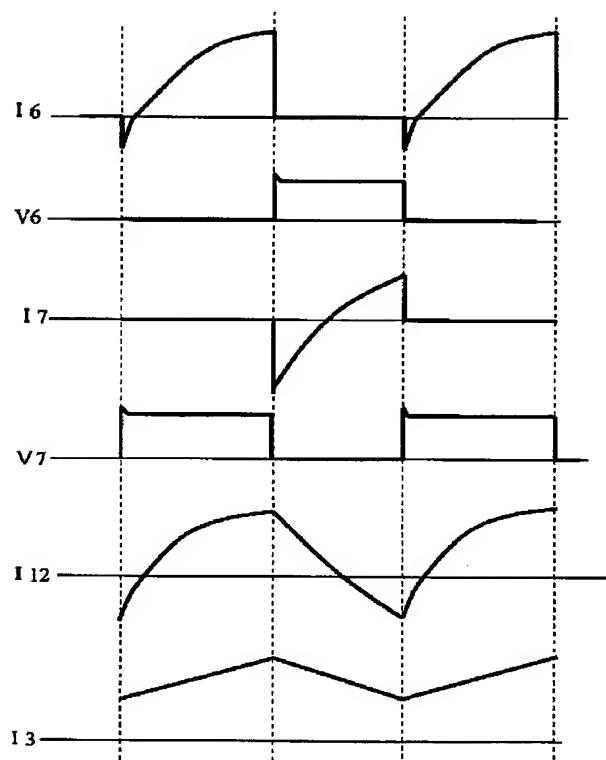
【図18】



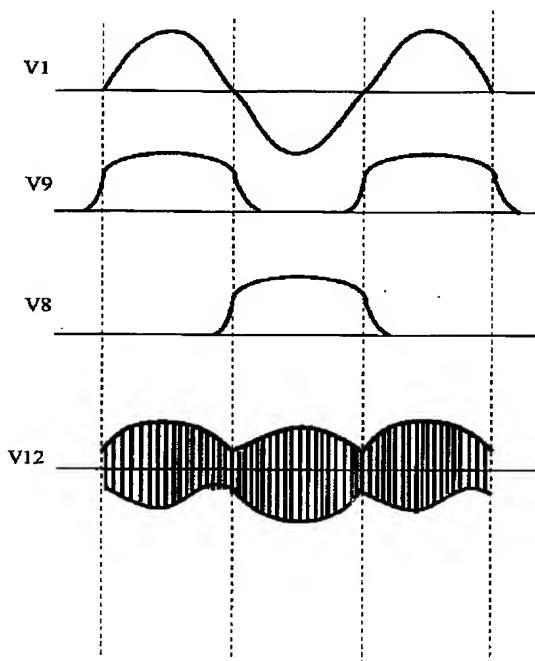
【図19】



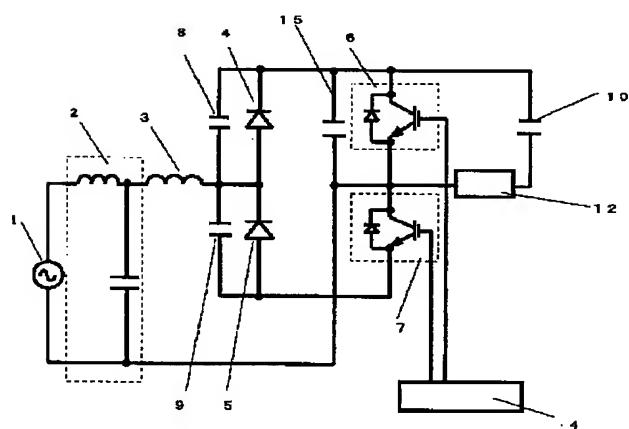
【図4】



【図5】

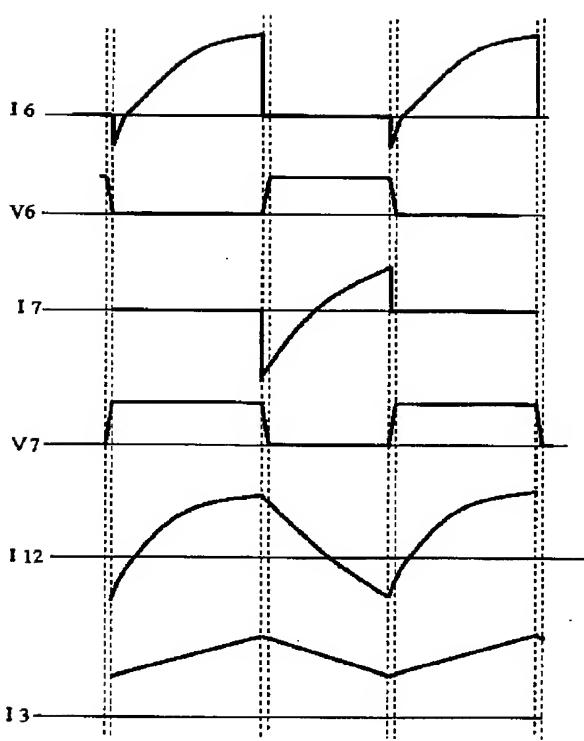


【図8】

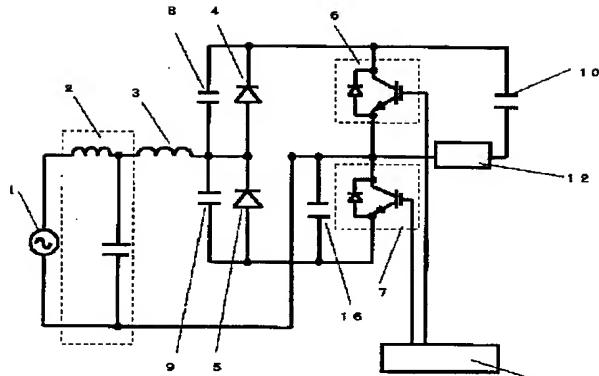


15. 第1のコンデンサ

【図9】

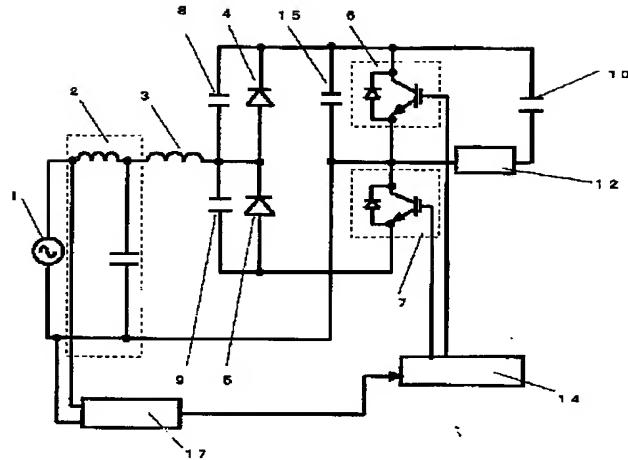


【図10】



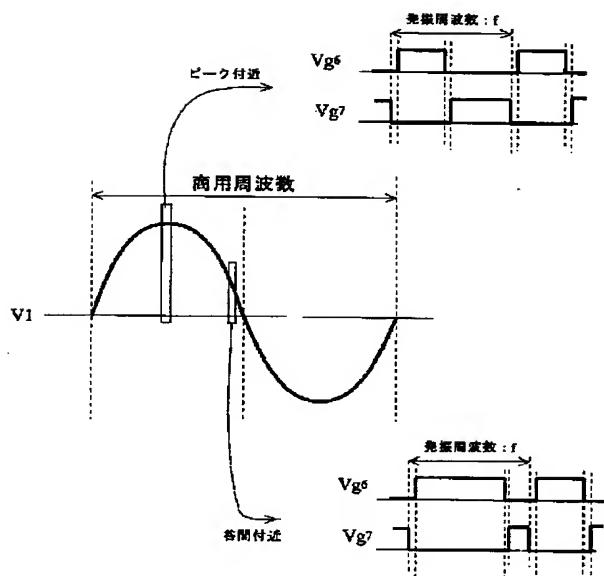
16. 第2のコンデンサ

【図12】

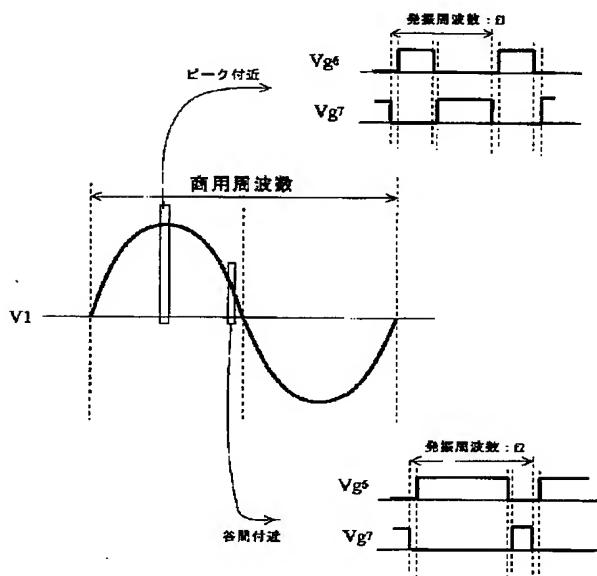


17. 電圧検出手段

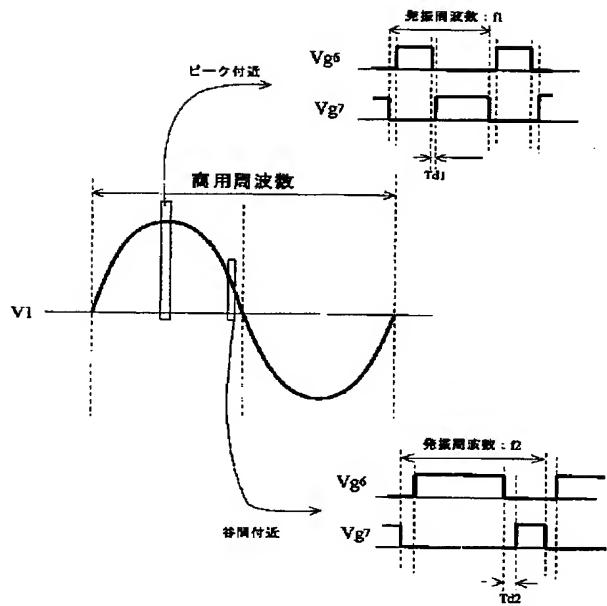
【図13】



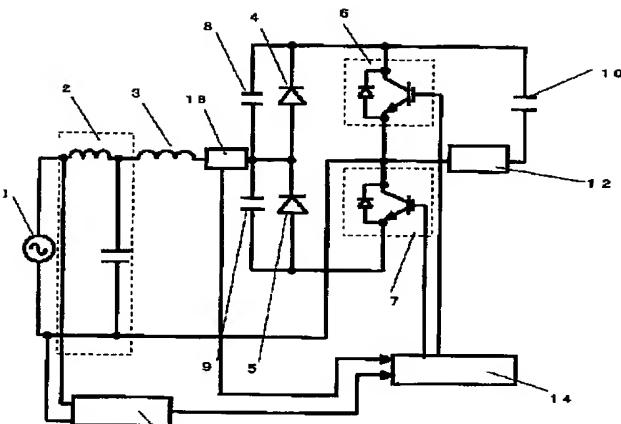
【図14】



【図15】

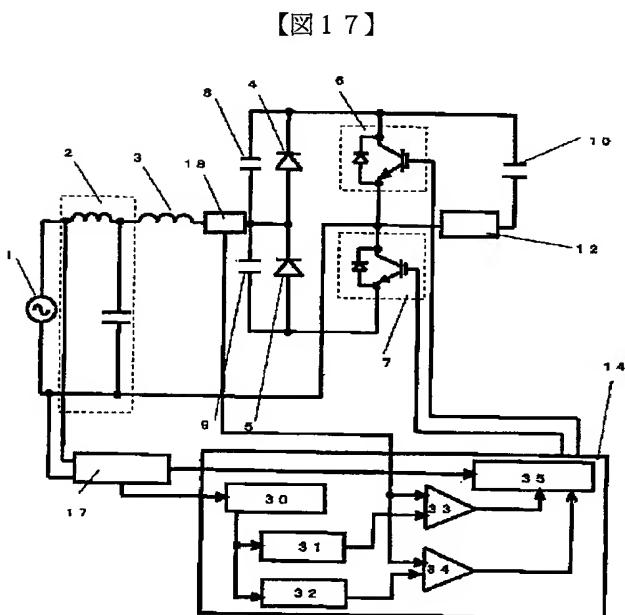


【図16】



18. 電流検知手段

【図20】



30. 目標信号設定手段

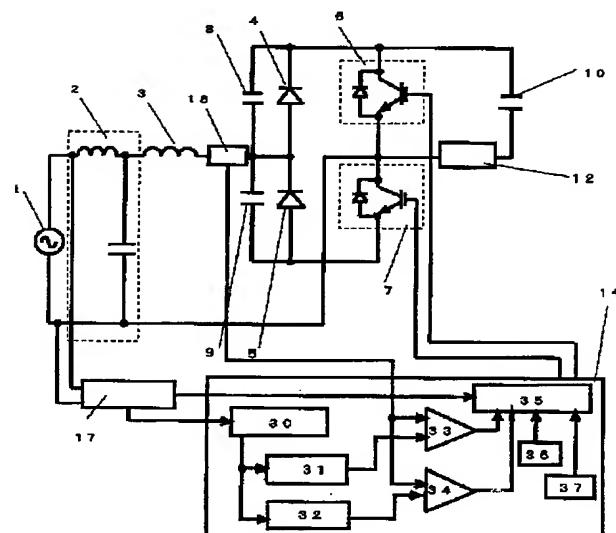
31. 目標上限設定手段

32. 目標下限設定手段

33. 第1の比較手段

34. 第2の比較手段

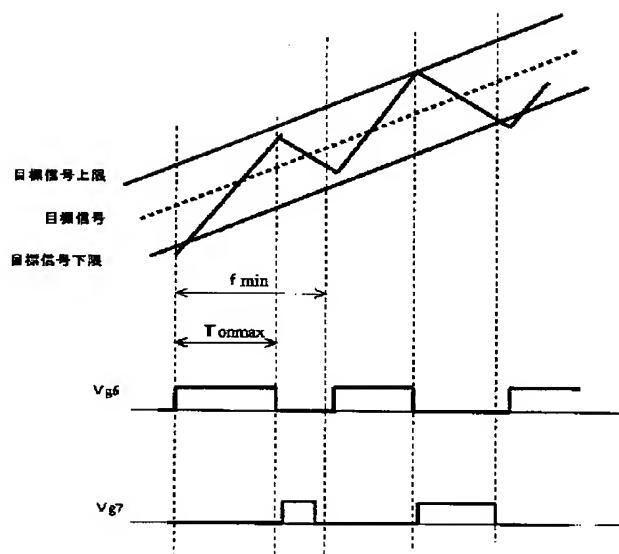
35. 制御信号発生手段



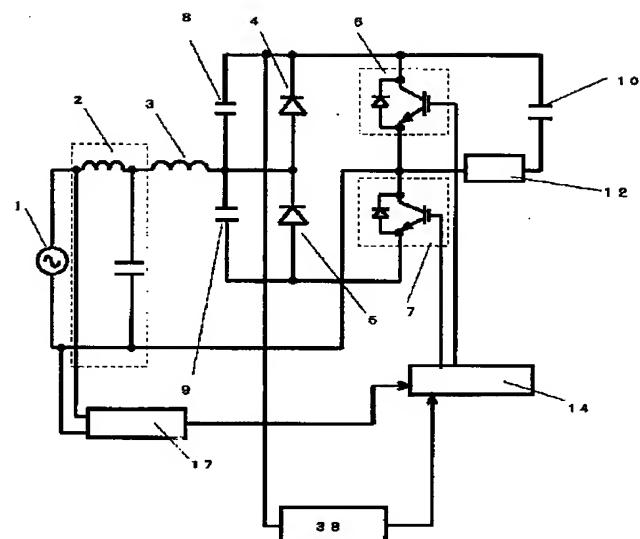
36. オン時間上限設定手段

37. 周波数下限設定手段

【図21】

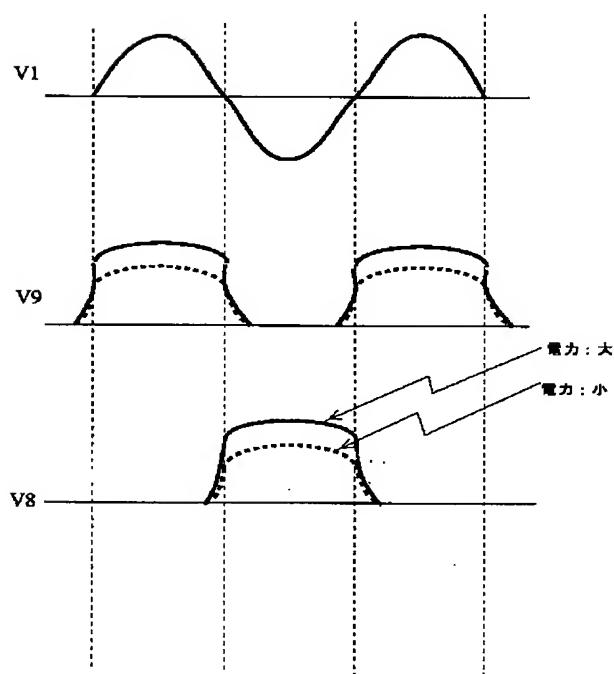


【图22】

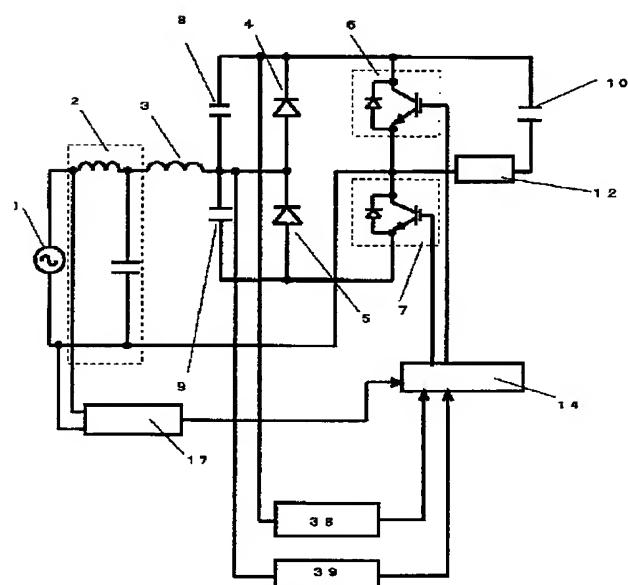


38. 第1の電圧検出手段

【図23】



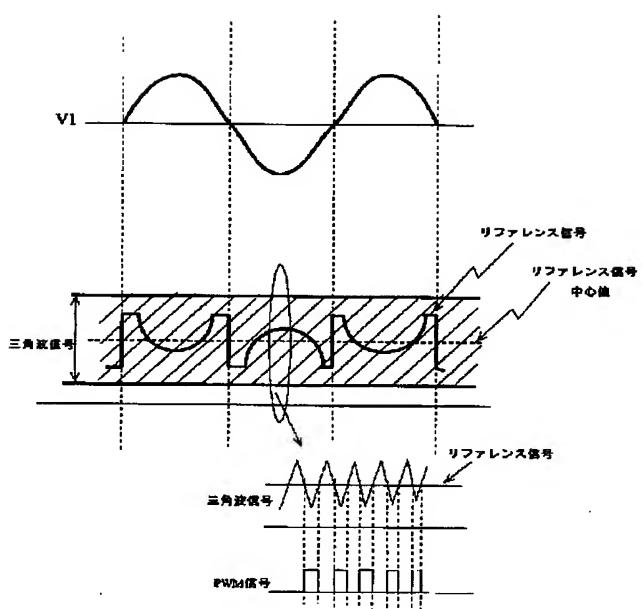
【 2 4】



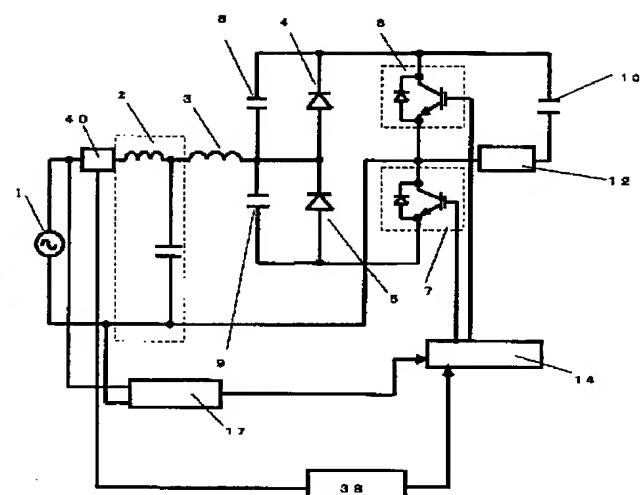
38. 第1の電圧検出手段

39. 第2の電圧検出手段

【図25】

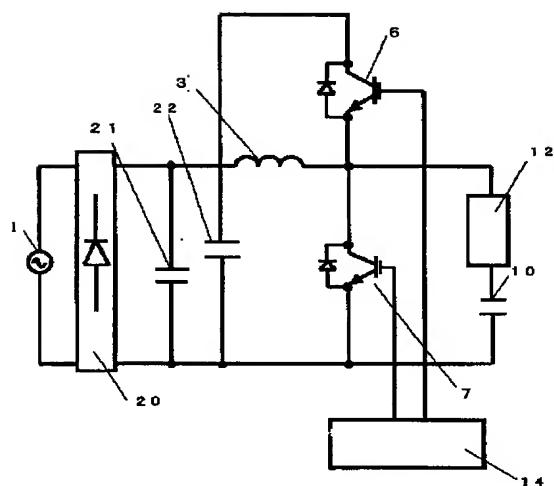


【図26】

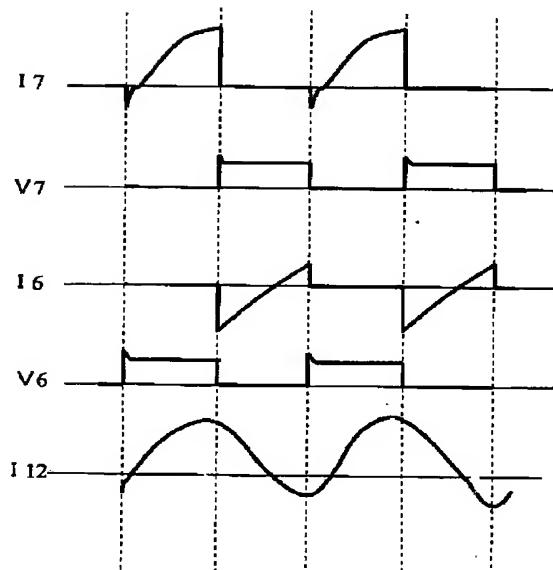


40. 入力電流検知手段

【図27】

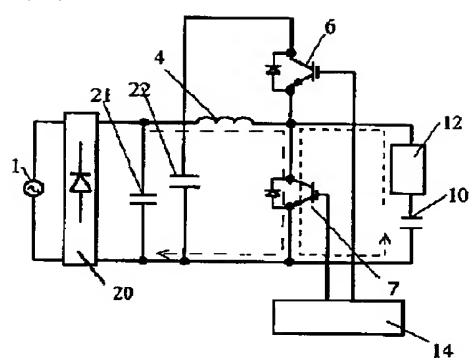


【図29】

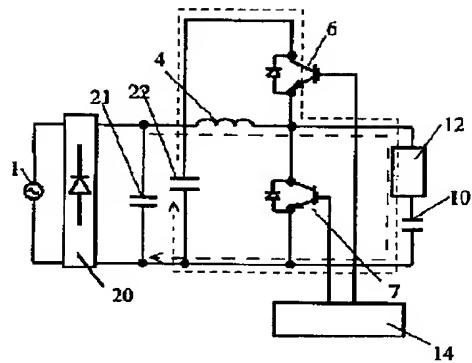


【図28】

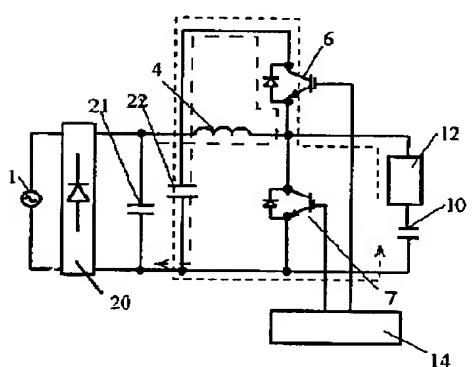
(a)



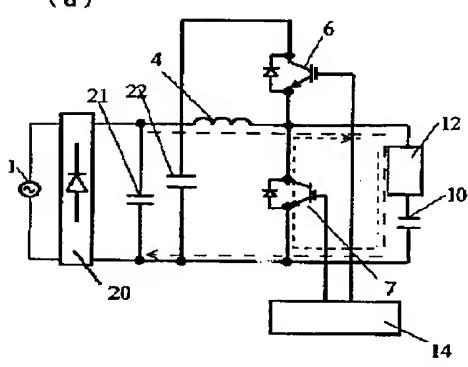
(c)



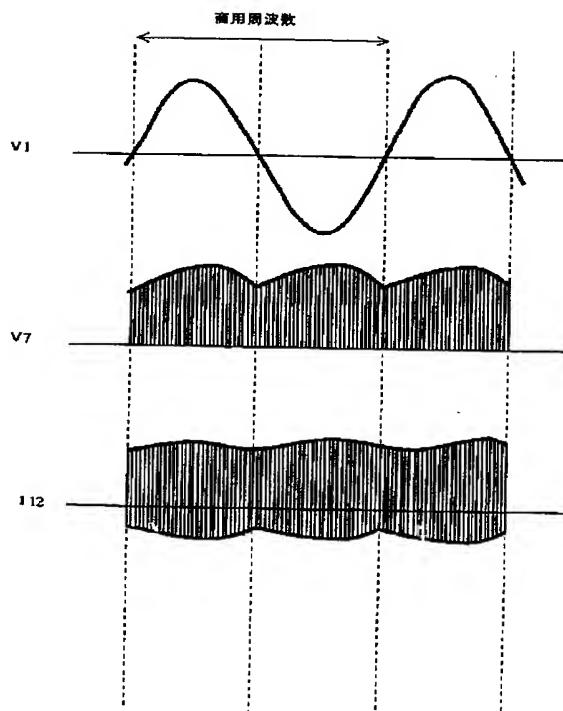
(b)



(d)



【図30】



フロントページの続き

(72)発明者 石尾 嘉朗
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

Fターム(参考) 3K059 AA01 AA03 AA06 AB08 AC03
AC07 AC35 CD03